PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

10-106951

(43)Dat of publication of application: 24.04.1998

(51)Int.CI.

H01L 21/20 H01L 27/12 H01L 29/786

H01L 21/336

(21)Application number : 08-255644

(71)Applicant: SHARP CORP

(22)Date of filing:

27.09.1996

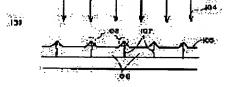
(72)Inventor: MAKITA NAOKI

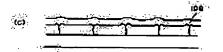
(54) SEMICONDUCTOR THIN FILM, SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR THIN FILM

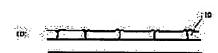
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor thin film which is high in quality and serves as an active region of a semiconductor device by a method in which an amorphous silicon film formed on a substrate having an insulating surface is crystallized by irradiation with a strong light beam. SOLUTION: An insulating base film 102 such as a silicon oxide film is formed on a substrate 101, and an amorphous silicon film 103 is formed thereon. Then, the amorphous silicon film 103 is irradiated with a strong light beam 104 such as a laser beam to be crystallized. In result, a crystalline silicon film 105 is formed of crystal grains 106, and ridges 108 like hillocks are formed at grain boundaries 107 on the surface of the film 105. The ridges 108 are selectively oxidized by a thermal treatment to be flattened. Then, a surface oxide film 109 is removed, thereby a high-quality crystalline silicon film 110 without ridges induced by crystallization on its surface can be obtained.









LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the xaminer's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3389022

[Date of registration]

17.01.2003

[Number of appeal against examiner's decision of

rej ction]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Dat of xtinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

		æ	612B	627G
I &	H 0 1 L 21/20	21/12	82/62	
建 即图号				
51) Int C.	H01L 21/20	21/12	29/786	21/336

警査開収 未開収 開収項の数10 OL (全 15 月)

(21) 出版整件	特取平 8-255644	(71) 田間人	(71) 出国人 000005049	
(22) 出版日	平成8年(1996)9月2日		シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番29号	
		(72) 発明者	牧田 直樹	
			大阪府大阪市阿倍野区長柏町22番22号	"/
			十一一才株式会社内	
		(74) 代理人	(74) 代理人 井理士 梅田 勝	
	•			
			•	

(54) 【発明の名称】 半導体模閣、半導体数量および半導体検閲の製造方法

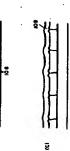
(57)【受約】 【段四】 - 投画凹凸の無い商品質結晶性ケイ

【限因】 投面凹凸の無い高品質結晶性ケイ条薄膜、および高性能で且つ信頼性の高い環膜半導体装置を実現する。

「解決年段】 総縁致団を有する基板上に形成された結 国性を有するケイ条限であって、扱ケイ素原は、非晶質 ケイ素限を当光照射により結晶化させたものからなり、 その扱岡が優化工程により的られ、薄膜化されたもので あることを特徴とする。

ē

(a)



(a)

【特許額次の範囲】

【胡坎頂1】 絶殺表面を有する基板上に形成された結 届性を有するケイ素膜であって、 **核ケイ素限は、非品質ケイ素限を強光照射により結晶化させてなり、その表面が製化工程により削られ、平坦化されていることを特徴とする半導体薄膜。**

【酵求項2】 絶縁要面を有する基板上に形成された結 品性を有するケイ森膜であって、

数ケイ素限は、固相結晶成長により結晶化された結晶性 ケイ素限に強光照射により再結晶化させてなり、その表 団が酸化工程により削られ、平坦化されていることを特徴とする半導体薄膜。 【精水項3】 絶縁表面を有する基板上に画索電極を駆動する薄膜トランジスタを有し、鼓薄膜トランジスタには画楽電極による雑晶容量と並列に補助容量が接続されてなる半導体装置において、

上記薄限トランジスタのチャネル領域と、上記補助容量 の一方の配位とが上記的線製面を有する基板上に形成された非晶質ケイ素膜に強光照射を照射して結晶化させ、その表面が酸化工程により削られ平坦化された半導体薄 酸を用いて構成されたことを特徴とする半導体数置。

「酵水項4】 飽く表面を有する基板上に画来配格を配動する群級トランジスタを有し、餃溝級トランジスタには該画来電極による液晶や量と並列に補助容量が接続されてなる半等体装置において、

上記薄膜トランジスクのチャネル領域と、上記容量成分の一方の電極とか上記絶録表面を有する基板上に固相結晶の長により結晶化された結晶性ケイ系膜に強光照射により再結晶化させてなり、その表面が酸化工程により削られ平坦化された半導体薄膜を用いて構成されたことを特徴とする半導体装置。

「翻水項5」 絶縁表面を有する基板上に非晶質ケイ素 限を形成する工程と、 上記非晶質ケイ素膜に強光照射 により結晶化させる工程と、

上記工程により形成された結晶性ケイ熔膜表面を酸化する工程と、 も工程と、 上記工程により形成された酸化膜を除去し、上記結晶性

ケイ索膜表面を平坦化する工程と、からなることを特徴とする半等体験の製造方法。 とする半等体薄膜の製造方法。 「顔水項 8】 絶縁表面を有する基板上に非品質ケイ森 原を形成する工程と、 上記非品質ケイ教際にその結局

「BAYAO」 POSKAMBAD シのBのレードナロスソーダ 数を形成する工程と、 上記非晶質ケイ教験にその結晶 化を助長する触媒元素を導入し、強光照射により結晶化させる工程と、

L記工程により形成された結晶性ケイ素膜表面を酸化す

上記工程により形成された酸化膜を除去し、上部結晶性ケイ解膜炎面を平坦化する工程と、からなることを特徴とする半均体構成の製造方法。

【静永頃7】 上記請永頃6記載の半等体薄膜の製造方法において、

上記的媒元素を選択的に導入する工程と、触媒元素が導入された領域から、その周辺へと他方向に結晶成長させる工程を備えることを特徴とする半導体薄膜の製造方

【朝宋項8】 上記翰永頃5あるいは6記載の半導体薄 関の製造方法において、

上記労光開射後における結晶性ケイ紫陽安面の平均面組されると、上記段化版の観摩Tが、T>Raの関係にあることを特徴とする半等体体環膜の製造方法。

- 【館 東項 9】 上記館 東項 8 記載の半巻体 薄膜の製造方法において、

上記平均面組されるは、原子面力函数線 (AFM) にて、10μm口以下の適定エリアに対して適定された値であることを特徴とする半導体薄膜の製造方法。

「翰永項10】 上記館永項5あるいは6記銭の半導体 海殿の製造方法において、 上記酸化工程が、スチーム(水蒸気)雰囲気中あるいは 酸素雰囲気中あるいはHC1雰囲気中での加熱処理によ

り行われることを特徴とする半導体薄膜の製造方法。

[0001]

[発明の評価な説明]

【発明の属する技術分野】本発明は、半等体等限、半等体接限、半等体接性力とび半等体等限の製造方法に関する。特に、本発明の半等体体環境は、絶縁安面を有する基板上に設けられた薄膜トランジスタ (以下、TFTという)を用いた半等体装置に有効であり、アクティブマトリクス型の被量投充装置、宿着型イメージセンサー、三次元1 Cなどに利用できる。

【0002】 【従来の技術】近年、大型で商解線度の商品投示装置、 高速で高解像度の密差型イメージセンセー、三次元1C

高速で商解像度の密着型イメージセンサー、三次元1Cなどへの実現に向けて、ガラス等の総線基板上や、総線限上に高性能な半等体索子を形成する試みがなされている。これらの装置に用いられる半等体索子には、ケイ索半等体球膜を用いるのか一般的である。ケイ索半等体は限としては、非晶質ケイ素半等体(aーS1)からなるものと、結晶性を有するケイ索半等体(aーS1)からなるものと、結晶性を有するケイ索半等体。

[0003]非国質ケイ素半等体は作製函度が低く、気 相弦で比較的容易に作製することが可能で包含性に置む ため、最も一般的に用いられているが、等域性等の物性 が結晶性を有するケイ素半導体に比べて劣るため、今役 より高磁特性を得るためには、結晶性を有するケイ素半 等体からなる半導体数図の作製方法の確立が強く求めら れていた。尚、結晶性を有するケイ素半等体としては、 多結晶ケイ素、微晶性と非晶質ケイ素、結晶成分を含む非晶質ケ イ素、結晶性と非晶質ケイ素の中間の状態を有するセ イ素、結晶性と非晶質ケイ素の中間の状態を右するセ アモルファスケイ素等が知られている。

/ パノノハーボギングランス・アング [0004] これら結晶性を有する薄膜状のケイ繋半等体を得る方法として、次の方法がある。

8

4

[0006](2)非函質の半等体限を成膜しておき、 除エネルギーを加えることにより結固性を有せしめる。 [0007](3)非函質の半等体限を成膜しておき、 レーザー光など強光のエネルギーにより結晶性を有せし [0009]また、上記(2)の方法は、結晶化に際し800℃以上の高温にて数十時間にわたる加熱処理か必要であるため、生産性に非常に乏しい。また、固相結晶で現象を利用するため、結晶粒は基板面に平行に並がり数4mの粒径を持つものえ現れるが、成長した結晶粒間上がよつかり合って粒牙が形成されるため、その粒料はキャリアに対するトラップ学位として懸き、丁FTの移動皮を低下させる大きな原因となっている。さらに、それぞれの結晶粒は双晶構造を示し、一つの結晶粒内においても所顕双晶が能に呼ばれる結晶へ高い。さらに、それぞれの結晶粒は双晶構造を示し、一つの結晶粒内においても所顕双晶が色に呼ばれる結晶への結晶粒内によいても所顕双晶が色に呼ばれる結晶への数量が内に

[0010]上記(3)の方法を利用して、前述の国題 信を解決する方法が、特四平6-244103号公報 (以下、第10公報という)および特問平6-2441 04号公報(以下、第2の公報という)で提案されている。これらの方法では、非協質ケイ禁環の結晶化を助長する難様元素を利用することで、加索温度の結晶化を助長する難以同時の短額を図っている。具体的には、非面質ケイ禁膜の数面にコッケルやパラジウム等の金属元素を復置に導入させ、しかる後に加熱することで、550℃、4時間程度の処型時間で結晶化が終することで、550℃、4時間程度の処型時間で結晶化が終すする。

[0011] この低温結晶化のメカニズムは、まず金属元素を枝とした結晶技術生が早期に起こり、その後その金属元素が物域となって結晶が及を助長し、結晶化が急機に適行することで型解される。そういった意味で以後これらの金属元素を「触媒元素」と呼る。これらの触媒元素の金属元素を「触媒元素」と呼る。これらの触媒元素により結晶化が助長されて結晶成長した結晶性ケイ素限の一つの粒内が双層構造であるのに対して、その粒内は何本もの柱状結晶とリトワークで構成されており、それぞれの柱状結晶内部はほぼ短型的な単結晶状態となって

【0012】現在は上記(3)の方法が主流となっている。上記(3)の方法では常融固化過程を利用し結晶化するので、個々の結晶性内の結晶性は非常に良好である。また、開始光の彼長を過ることで、アニールの対象

であるケイ索膜のみを効率的に加熱し、下値のガラス基板への熱的類類を防くことができると共に、上記(2)の方法のような長時間にわたる処理が必要でない。装置面でも高出力のエキシマレーザーアニール装置などが開発され、大面積基板に対しても対応可能になりつつめ

記算2の公報は、非晶質ケイ紫膜の一部に選択的に触媒 【0013】上記第1の公報は、非晶質ケイ素膜に触媒 後、触媒元素を除去し、その後非晶質ケイ紫膜の結晶化 温度より低い温度でアニールするものである。また、上 元霖を導入し加熱することで、他の部分を非晶質ケイ森 膜の状態として残したまま、避択的に触媒元素が導入さ **たた飯域のみを結晶化し、そして、さらに加熱時間を延** 長することで、その導入領域から徴方向 (基板と平行な 方向)に結晶成長を行わせている。この徴方向結晶成長 節域の内部では、成長方向がほぼ一方向に揃った柱状結 届がひしめき合っており、触媒元衆が直接導入されラン ダムに結晶核の発生が起こった徴域に比べて、結晶性が 良好な領域となっている。よって、この複方向結晶成長 **領域の結晶性ケイ素膜を半導体装置の活性領域に用いる** 元素を導入し、触媒元素と非晶ケイ素膜を反応させた ことにより、半導体装置の商性能化が行える。

[0014] 上記 (3) の方法を利用した第1の公報お よび第2の公報で提案されている技術は、有用なもので あるけれども、この技術だけでは来だ十分な性能の半導 体装置は得られていない。すなわち、個々の結晶粒を構 **或する柱状結晶の結晶性は良好でも、その結晶粒界部は** キャリアに対するトラップ単位として聞く。しかしなが ら、第1の公報および第2の公報により得られる結晶性 がって、現在の技術において、高性能な半導体装置を実 **現するためには、その活性領域を構成するケイ衆半導体** ところが、上記(3)の方法で得られる結晶性ケイ教験 猫光のエネルギーにより、その観点1414℃以上まで 牌時に加熱され、数十nsec.程度の冷却時間にて窒 **温付近まで冷却され固化される。この際、あまりにも固** で取着となる。この結晶成長に起因する山状の盛り上が ケイ森膜に、強光照射することでその結晶性はさらに助 長され、非常に商品質な結晶性ケイ素膜となる。 した 化速度が違いので、ケイ整膜は適冷却状態となり、一瞬 にして固化される結果、一般的に結晶粒径は100~2 0 0 nm程度と非常に小さくなると共に、結晶粒がぶつ この現象は、特に3つの結晶粒がおつかり合った三極点 蒋殿の作製において、上記 (3) の方法が最良である。 は、その我面ラフネスの大きさが大きな問題点となる。 すなわち、上記(3)の方法では、非晶質ケイ紫膜は、 ゆり合った点、すなわち結晶粒界は山状に盛り上がる。 りを以後「リッジ」と呼る。

[0018]

「0015]上記の現象は、非晶質ケイ素膜においてだけでなく、結晶性ケイ素膜に対しても同様に超こる。結晶性ケイ素膜に対しても同様に超こる。結晶性ケイ素膜の組合は、強光照射により溶膜した状態で

€

【0018】図8に、実際に強光照射により結晶化され ーY方向のフルスケールは2μmであり、Z方向のフル M) 像を下にスケッチした図を示す。図8において、X スケールは50mmである。このような結晶性ケイ紫膜 により、MOS型トランジスタなど半導体装置の活性領 域を作製すると、結晶性ケイ紫膜装面のリッジに臨界集 れる絶縁膜の耐圧低下につながり、リーク配流発生の原 因となる。したがって、半尊体装置としての信頼性が大 きく低下し、実用に耐える半導体装配を得ることは非常 トリクス基板においては、液晶容量と並列に補助容量が 設けられているが、画祭鴟偬をスイッチングするTFT 上配結晶性ケイ索膜を用いた場合、そのリッジによる装 面積率の変化のため、容量は設計値からずれることにな り、表示むらやフリッカーなどの表示不良を引き起こす 中が起こる。すなわち、この結晶性ケイ殊殺面に形成さ に困難である。また、液晶表示装置などのアクティブマ た結晶性ケイ素膜の表面状態の原子間力顕微鏡 (AF のチャネル領域と共にその補助容量成分の包점として、

(0017) 結晶性ケイ素薄膜の表面の凹凸を低減する方法が、特開平7-135173号公報(以下、第3の公報という)に示されている。第3の公報では、非品質ケイ素膜にシリコンイオンを注入した後、エキンマレーサーなどのバルスレーザーを開射し、設非品質ケイ素膜を結晶化している。また、特闘平8-18358公報(以下、第4の公報という)では、上記(3)の方法により結晶化されたと思われる結晶性ケイ素膜に対して、あり結晶化されたと思われる結晶性ケイ素膜に対して、砂糖剤を用いてその投面研磨を行い、結晶性ケイ素膜表面の凹凸を低減している。

(発明が解決しようとする課題)上記第3の公報および 第4の公報は、上記問題点に対しての解決策として投棄 されているが、これらの技術を用いても技本的な解決は 困難である。第4の公報では、研磨剤により結晶性ケイ 素限の表面凹凸を研磨しているが、上記結晶性ケイ素限 は半導体装置の活性領域として使用される部分であり、 MOSトランジスタにおいてはその表面はチャネルを構 成する訳であり、この面に対してダメージを与えること は、好ましくない。また上記研磨工程においては、結晶 性ケイ素膜表面はかなりの研磨ダメージを受け、このよ うなケイ素膜を活性領域に用い半導体装置を製造した しても本発明の目的とする高品領性および高性能な半導 体装置は全く得られない。

[0018]また、第3の公報の技術を用いても、上記

メカニズムによりリッジが発生する以上、若干その大きさが低減される程度の効果しか無く、抜本的な解決策とはならない。したかって、第3の公報による方法を用いて半導体薄膜を形成し、半導体装置を作製したとしても、本発明の目的とする高価額性を有する高性能な装置を得ることはできない。

[0020]本発明は、TFTなどの半導体装置に使用される半導体等級において、上述の終エネルギーあるいはレーザー光を使用して結晶化される際の周囲点を全て解決し、商品質な結晶性ケイ索膜を得るものであり、商 信頼性を有する高性能半等体数値や高級示レベルの液晶 扱示装置などを英現するものである。

[0021]

[0022]本発明の耐水項1記載の半導体薄膜は、総総表面を有する基板上に形成された結晶性を有するケイを発度であって、酸ケイ素酸は、非晶質ケイ素酸を強光照的により結晶化させてなり、その表面が酸化工程により割られ、甲组化されていることを特徴とする。

[0023]本発明の額求項2品載の半等体時限は、約億投間を有する基板上に形成された結晶性を有するケイ解膜であって、該ケイ救膜は、固相結晶成長により結晶化された結晶性ケイ救膜に強光照射により再結晶化させてなり、その表面が酸化工程により削られ、平坦化されていることを特徴とする。

【0024】本発明の結束項引記載の半導体装置は、総役費団を有する基板上に回索電路を駆動する時限トランジスタを有し、薄限トランジスタには回索電路による液晶容量と並列に補助容量が接続されてなる半導体装置において、上記薄限トランジスタのチャネル領域と、上記補助容量の一方の電路とが、上記絶検致団を有する基板上に形成された非晶質ケイ素限に強光照射を照射して結晶化させ、その要面が酸化工程により削られ平坦化された半導体薄膜を用いて構成されたことを特徴とする。

(1002年) 本発明の部次項4記載の半等体装置は、総 (10025] 本発明の部次項4記載の半等体装置は、総 経数面を有する基板上に回席配配を配動する構製トラン ジスタを有し、薄膜トランジスタには回療電路による液 自容量と並列に補助容量が接続されてなる半等体設置に おいて、上記簿膜トランジスタのチャネル研域と、上記 補助容量の一方の電路とか、上記鏡換数面を有する基数

15(10)-11 中国会

上に固相結晶成長により結晶化された結晶性ケイ紫膜に **治光照射により再結晶化させてなり、その投面が酸化工** 阻により削られ平坦化された半導体薄膜を用いて構成さ

方法は、絶役扱面を有する基板上に非晶質ケイ索膜を形 成する工程と、上記非国質ケイ素膜に強光照射により絡 **船化させる工程と、上記工程により形成された結晶性ケ** イ寮殿安団を取化する工程と、上記工程により形成され **心酸化酸を除去し、上配結晶性ケイ紫膜装固を平坦化す** る工程とからなることを特徴とする。本発明の蔚次項6 記載の半導体蔣麒の製造方法は、絶段要面を有する基板 り形成された酸化酸を除去し、上記結晶性ケイ素膜装面 【0028】本発明の臨水項5記載の半導体薄膜の製造 上に非晶質ケイ素膜を形成する工程と、上記非晶質ケイ **常殿にその結晶化を助長する触媒元素を導入し、強光照** 対により結晶化させる工程と、上配工程により形成され た給品性ケイ뢌膜疫面を敷化する工程と、上記工程によ を平坦化する工程とからなることを特徴とする。

繋が導入された領域から、その周辺へと横方向に結晶成 【0027】本発明の朗水項7記載の半苺体薄膜の製造 5法は、上記開次項6記載の半導体薄膜の製造方法にお いて、上記触媒元素を選択的に導入する工程と、触媒元 扱させる工程を備えることを特徴とする。

【0028】本発明の節水項8記載の半蕁体薄膜の製造 **方法は、上記節次項 5 あるいは 8 記載の半導体薄膜の製 쒑方法において、上記強光照射後における結晶性ケイ索 膜炎面の平均面相さRaと、上和酸化膜の膜厚Tが、T** >RBの関係にあることを特徴とする。

方法は、上記館水項8 記載の半導体薄膜の製造方法にお [0029]本発明の即求項9記載の半導体薄膜の製造 M) にて、10 mm口以下の資定エリアに対して資定さ いて、上記平均面相されるは、原子間力函数機(AF れた値であることを特徴とする。

気)雰囲気中あるいは酸素雰囲気中あるいはHCI雰囲 [0030]本発明の結次項10記載の半準体接限の製 治方法は、上記群次項 5 あるいは 8 記載の半導体薄膜の Ni, Co, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, In, S n、A1、Sbから選ばれた一個または複数個類の元素 を用いることが好ましい。特に、NI元霖を少なくとも [0031] 泊铝醇状垣8において、色媒元珠として、 製造方法において、上記数化工程が、スチーム(水茶 気中での加熱処理により行われることを特徴とする。 用いることが好ましい。

【0032】前記請求項5あるいは8で使用される強光 として、波及500nm以下のレーザー光を用いること が好ましい。 特に徴長308mmのXeC1エキツマレ ーザー光を用いることが好ましい。 [0033] 前記額水項10において、スチーム (水蒸 成分のでは、1000円を利用では、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、10000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、1000円のでは、10000円のでは、10000円のでは、10000円のでは、10000円のでは、1000円のでは、100 **用にて行われることを特徴とする。ここで、加田スチー**

とが好ましい。また酸森雰囲気中あるいはHCI雰囲気 中での加熱処理は、800~1100℃の温度範囲にて 4 (水蒸気) 雰囲気は、1気圧以上の下にて行われるこ 行われることが好ましい。

【0034】本発明者らは、強光照射により結晶化され ての問題点を解決することで、高性能な半導体装置や高 より上記問題点を全て解決でき、目的とする商品質結晶 性ケイ索薄膜、そして商信頼性で高性能な半導体装置が 万能で商品質な結晶性ケイ紫膜を実現するため、日夜研 た商性能な結晶性ケイ森半導体薄膜において、上述の全 **究に明け暮れた。その結果、上配特徴を有する本発明に 毀示品位の液晶表示装置など様々な分野に応用される、**

を酸化工程により削り、薄酸化することである。本発明 の出発点は、強光照射による結晶化時におけるリッジ発 生のメカニズムにある。上述のように、強光照射による 【0036】本発明の大まかな主旨としては、強光照射 により結晶化された結晶性ケイ素膜において、その表面 その融点1414℃以上まで瞬時に加熱され、数十ns れる。その液相から固相への変化の際、結晶粒がぶつか り合い、そのふつかり合った点が山状に盛り上がるので も、特に3つの結晶粒がぶつかり合った三極点で馭者と e c. 程度の冷却時間にて窒温付近まで冷却され固化さ 結晶化時には、ケイ索膜は、強光のエネルギーにより、 ある。すなわち、結晶性ケイ発膜の結晶粒界部におい て、リッジが発生する。この現象は、結晶粒界の中で

見出されたものである。本発明の概要を図1を用いて説 明する。図1は、本発明の項品質結晶性ケイ教験の製造 工程を示す断面図であり、(A)→(D)の順に製造工 【0036】本発明は上記リッジの発生原因に対して、 母が進行する。

[0037]図1(A)において、ガラス等の基板10 形成され、さらにその上に非晶質ケイ森膜 103 が形成 されている。この非晶質ケイ素膜103に対して、図1 し、溶散固化過程において結晶化する。その結果、非晶 1の上に、製化ケイ発展などの循緯性の下地膜 102が 質ケイ素限103は結晶性ケイ素膜105となる。結晶 性ケイ寮膜105は結晶粒108により構成され、その **倍酯粒界 1:0 7 において殻面が山状に盛り上がる。すな** (B) に示すようにレーザーなどの強光104を照射 わち、リッジ108が出現する。

【0038】次に、本発明のポイントである酸化工程を 行う訳であるが、酸化工程は、S1原子の結合状態が特 に劣悪となる結晶粒界部において特に進行する性質があ る。すなわち、結晶性ケイ紫膜105に酸化工程を施す 図1 (C) のように結晶性ケイ発膜105の表面が 全体的に薄膜酸化されると共に、リッジ108が存在す る結晶粒界107部において特に酸化が進行し、相対的 に見れば、リッジ108が遊択的に酸化され、削られた

ことで、本発明の目的とする、膜表面において結晶化超 (D) に示すように、この表面酸化膜109を除去する ような状態となる。ここで、109は薄膜酸化工程によ 因のリッシの無い商品質結晶性ケイ索膜 1 1 0 を得るこ り得られたケイ森の琅面酸化膜を示す。そして、図1

[0038] 本発明の上記各特徴について、以下にその 作用を説明する。

り、その表面が酸化工程により削られ、平坦化されてい が、特にリッジが存在する結晶粒界は酸化が進行し、相 になる。この結果、結晶性ケイ素膜要面は結晶化に起因 **讨的にはリッジが選択的により酸化され、削られるよう** 程により削られ、平坦化されているから、固相結晶成長 結晶性ケイ素膜を出発膜とすることで、初期の均一な結 にわたってさらに均一な結晶性ケイ殊膜が得られる。な は、固相結晶成長により結晶化された結晶性ケイ発膜に 強光照射により再結晶化させてなり、その装面が酸化工 晶性の情報を残したまま再結晶化されるため、基板全面 光顔であるレーザー等の安定性が十分でなく、基板全面 **晶性ケイ素限とすることで、初期の均一な結晶性の情報** イ森膜に比べて、強光照射工程がダイレクトに及ぼす影 にわたって均一な膜質の結晶性ケイ索膜を得るのは難し いといった点がある。強光照射前の出発膜を固相成長結 をある程度は残したまま再結晶化されるため、非晶質ケ **暫が薄れ、より均一な結晶性ケイ素膜が得られ易い。但** ぜなら、上配強光照射による結晶化時の問題点として、 【0040】第1に本発明によれば、結晶性ケイ索膜 **よ、非品質ケイ素膜を強光照射により結晶化させてな** [0041] 第2に本発明によれば、結晶性ケイ素膜 るから、結晶性ケイ素表面が全体的に薄膜酸化される するリッジのない高品質結晶性ケイ素膜表面となる。

として、非晶質ケイ紫膜の結晶化を助長する触媒元素を [0042]また本発明において、強光照射前の出発膜 用い固相結晶化されたケイ索膜を用いると、均一性の面 索膜、そして電流駆動能力に優れる高性能半導体装置が イ寮膜では、上述のように柱状結晶のネットワーク構造 し、劣悪な結晶状態となっているが、個々の柱状結晶内 その結果、得られる結晶性ケイ索膜は、非常に高品質な に加えて、さらに結晶性が向上し、高品質な結晶性ケイ 異現できる。なぜなら、上記触媒元素を用いた結晶性ケ の結晶性は良好で、ほぼ単結晶状胞を示す。この結晶性 ケイ殊限に強光を照射し、溶融固化過程において再結晶 化すると、結合状態の強い個々の柱状結晶の一部が溶験 により構成される。結晶粒界部には、触媒元素が極在 されずに残り、それを理結晶として結晶化が進行する。

結局性ケイ素膜となるのである。すなわち、上記触媒元 寮により固相結晶化された結晶性ケイ素膜は、従来の触 媒元繁を用いないで固相結晶化された結晶性ケイ紫膜と 比較して、強光照射による再結晶化工程との相性が非常

【0043】さらに、第3の本発明は、強光照射前の出 祭により做方向に一次元的に固相結晶化されたケイ繋膜 を用いると、さらに結晶性が向上し、現状では最高のも のであると思われる高品質な結晶性ケイ素膜が得られ、

発膜として、非晶質ケイ素膜の結晶化を助長する触媒元 きる。すなわち、このケイ紫限では柱状結晶がほぼー方 向に沿って整然と並んでおり、この領域では結晶粒界は 原理上存在しない。この領域に強光照射を行うと、個々 の柱状結晶はそれぞれ結合し、広領域にわたって単結晶 状態に近い非常に良好な結晶性の結晶性ケイ素領域が得 **昭流駆動能力に非常に優れる商性能半尊体装置が実現で**

hは、微量で結晶化助長の効果があり、半導体装置へ及 d)、自金(Pt)、鲷(Cu)、鳂(Ag)、金(A u)、インジウム (In)、鐚 (Sn)、アルミニウム いが、一応次のようなモデルを考えている。触媒元素は る。これらから遊ばれた一箇または複数短数の元素であ ができる。この理由については、未だよくわかっていな 単独では作用せず、ケイ素限と結合しシリサイド化する ことで結晶成長に作用する。そのときの結晶構造が、非 も、特にNiを用いた場合に最も顕著な効果を得ること 5.408Aであり、結晶シリコンのダイヤモンド構造 での格子定数5.430 Aに非常に近い値をもつ。よっ の筋型としては最高のものであり、本発明における触媒 首は、単結晶ケイ紫のダイヤモンド構造と非常に類似し 非品質ケイ素膜の結晶化を促すといったモデルである。 る。NIS1』は做石型の結晶構造を示し、その結晶構 て、NiSi/は、非晶質ケイ紫膜を結晶化させるため ッケル (N1)、コバルト (Co)、パラジウム (P (A1)、アンチモン(Sb)を利用することができ ぼす影響を小さく抑えることができる。それらの中で **品質ケイ素膜の結晶化時に一種の倍型のように作用し、** [0044] ここで、上記触媒元素の無類としては、 たものである。しかも、NISIはその格子定数が 元素としては、特にNIを用いるのが最も盈ましい。 Niは2つのSiとNiS11のシリサイドを形成す

> 強光照射により結晶化されたものと比較して結晶性が劣 性能半導体装置に使用可能な高品質結晶性ケイ紫膜とな

雨であり、強光照射工程を加えることにより初めて、

し、固相成長工程のみで結晶化されたケイ索膜自体は、

専殿は、半尊体装置全般において、その活性領域に利用 おいては、回来用TFTのチャネル似域に加えて、液晶 国素容量と並列に接続された補助容量Csの一方の配格 【0045】第4に本発明の高品質結晶性ケイ繋半導体 できる一方、液晶漿示用のアクティブマトリクス基板に アイブマトリクス勘板では、ゲートパルス個身がオフさ るため、液晶画素容量と並列に補助容量Csを設けてい 部を構成することを特徴とする。液晶投示装置用のアク れた際に発生する画祭電極部での電圧降下現象を機和す

 \equiv

٠,

った。それに対して、本剱明による結晶性ケイ禁膜を用 FTのゲート絶殺限と同一層により構成するのが吸も超 リッジによる牧面ラフネスのため補助容量に8がばらつ 8。この相助容量 C s は大きいほど上記11日降下を小さ 供しい。 しかしながむ、 植野谷県CBの画面内かのばら す原因となる。従来の強光照射により得られる結晶性ケ き、良好な扱示品位の液晶扱示数固を得ることは難しか **側助容量C8のばらつきを抑えることができ、投示むら** くできるため、また、製造プロセス簡略の固からも、T **つきは、 固菌上にフリッカーなどの扱示むらを引き起こ** イ素限を用い補助容量Csの配極を作製した場合には、 いた場合には、牧団ラフネスが大きく低波されるため、 の無い商扱示品位の液晶扱示数置が得られる。

ラット面)から指定面までの偏投の絶対値を平均した値 【0048】本発明におけるリッツによるケイ雰膜の表 面組さは、平均面組さRaによって定義される。平均面 問さRaとは、払準団(指定団の高さの平均値となるフ であり、次式で扱される。 [0047]

ここで、Solt基準団の回復、Zolt基準団の高さ、F Ra=1/S0X|F(X, Y)-Z0|dXdY

対してのウィークポイントという点では、ほとんど効果 (X、Y) は斑梛 (X、Y) における指定面の高さを扱 エ程により低減することが目的であるから、少なくとも 数価組さの平均値を扱す上記平均価組さR&以上の駁厚 にわたり、ケイ紫膜を取化することが必要となる。 酸化 工程により敬化されるケイ素限の限算丁が平均面組され ものの、その形状としては変化しないため、虹界集中に はない。したがって、本発明においては、強光照射後に おけるケイ素膜数面の平均面組さRaと要面酸化膜の膜 厚丁が、少なくともT>R Bの関係にあることを特徴と す。本発明は、リッツによるケイ教験投画の凹凸を敷化 **Aよりも少ないと、リッシの大きさは若干は小さくなる**

[0048] 前記の平均面相さRaは、原子間力顕微鏡 別定された値であれば、サブnmオーダーまでの別定信 (AFM) にて、10 mm口以下の巡応エリアに対して 傾性があり、本発明の主旨を損なうことはない。

彼長500mm以下のレーザー光を用いることが留まし えば、ケイ素限に対する吸収係数が低めて高いため、ガ い。なぜなら、過光照射によるケイ素膜の結晶化あるい は円給価化において、彼長500m以下の強光にて行 ラス基板に熱的ダメージを与えることなく、ケイ発膜の みな既時に加熱することができる。また、レーザー光衣 用いることで、ケイ素膜を障碍に、融点1414℃に加 熱するだけの商出力化が可能となる。その中でも、特に 紋長308mmの×6C1エキシマレーザー光は、出力 【0048】本角明において用いられる強光としては、 が大きいため、茘板原別時のピームサイズを大きへで

しており、母母装置に適用する上で最も確ましい。

【0050】第5に本発明における結晶性ケイ衆膜表面 したがって、基板に耐熱性の低いガラスなどの素材を用 ため、低温にて酸化レートの大きなスチーム雰囲気が最 成分として半導体薄膜に対して有害となる成分は全く含 の敬化工程としては、スチーム(水茶気)雰囲気中での いた場合には、基板温度を十分に上げることができない 加熱処理により行われることを特徴とする。スチーム第 も遊している。また、このスチーム雰囲気は、その原子 **囲気は、他の酸化ガスに比較して酸化レートが大きく、** 比較的低温かつ短時間である程度の酸化膜が得られる。 んでいないため、安心して使用できる。

トが大きすぎるため、その制御が困難となり、半導体薄 ことを特徴とする。550℃以下の温度では十分な酸化 レートが得られず、長時間を費やしても酸化はほとんど **過まない。これに対して、900℃以上では、酸化レー** 【0051】上記スチーム雰囲気での酸化工程における 加熱温度としては、550~900℃の温度範囲である 膜全てが酸化されるような場合も出てくる。よって、上 記温度範囲において処理することが掻ましい。

の加田スチーム(水蒸気)雰囲気下にて行うことで、本・ 【0062】また、ガラス基板が使用できる650℃程 **奥以下の温度でより酸化レートを大きくするには、この** 酸化工程を1気圧以上の加圧スチーム(水蒸気)雰囲気 下にて行えばよい。 酸化レートは圧力に応じて増大する ため、10気圧では、1気圧時に比べて約1.0倍の酸化 発明における半導体薄膜製造時のタクトタイムの向上が レートが得られる。よって、この酸化工程を1気圧以上

場合には、より高い温度まで加熱できる。このとき、酸 【0053】基板に石英などの高耐熱性の基板を用いた 化現象に加えて、前記低温酸化工程では起こらなかった 所たな現象が起こる。すなわち、対象物である結晶性ケ イ禁限は、安西酸化されると共に、個々の結晶粒内およ び粒界がさらに良好に処理され、残っていた結晶欠陥が まば消滅する。また、結晶性ケイ繋膜中に存在している 下棹物元素が毀面酸化膜へと引き出され、結晶性ケイ素 スチーム雰囲気でのレート制御は困難であり、酸森ある リング特性に優れ、触媒元素を用いて結晶化された結晶 性ケイ素膜に対しては、その触媒元素を除去する怠味で は、半導体薄膜中に含まれる不純物元素に対するゲッタ 膜は非常に高品質化される。このような高い温度では、 いはHC1雰囲気中で行うのかよい。特にHC1ガス 作幣に有効である。

0 0 Cの温度範囲であることが超ましい。800 C以下 であれば、十分な酸化レートが得られない上、上記の結 [0054] 上記加熱処理温度としては、800~11 **温性改善および不純物除去の効果も見られない。また、** 1100℃以上では、酸化レートはさらに上昇するが、

結晶性改強および不純物除去の効果は、ほぼ飽和に強

き、大田積基板に対応しやすく、また出力も比較的安定

し、石英基板の耐熱性の面からも、これ以上温度を上げ 5必要はない。

[0055]

、発明の実施の形態)

|個プンスイッチング森子としてNチャネル型TFTが 形成され、そのドレイン領域側には画界液晶容量と並列 **核晶表示装置用のアクティブマトリクス基板を作製する** (奥施例1) 本発明を用いた第1の実施例について説明 -る。本実施例では、本発明を利用し、ガラス基板上に 際の工程について、説明を行う。本発明のアクティブマ トリクス基板は、液晶表示装配の各画発配極に対応して に補助容量CSが設けられている。

[0058]以下において、図2は本英施例の作製工程 にて作製した画索TFTおよびその補助容量に3部の完 成図を示し、N型TFT領域224と、補助容量Cs領 がって作製工程が頃次進行する。図2(F)は本実施例 の概要を示す断菌図であり、(A)→(F)の頃にした 或226左示す。

[0057]まず、図2 (A) に示すように、ガラス等 の過明で絶縁性の基板201上に例えばスパッタリング **试によって厚さ300nm程度の敷化ケイ繋からなる下** 地膜202を形成する。この酸化ケイ紫膜は、ガラス基 版からの不純物の拡散を防ぐために設けられる。

【0058】次に、域圧CVD法やプラズマCVD法な の温度で数時間熱処理を行い、膜中の水素を放出してお どによって、厚さ40~100nm、例えば50nmの マCVD法により前記a―S1膜203を成膜した場合 非品質ケイ素 (aーSi) 限203を成膜する。 プラズ には、その腹中に多量の水索を含有し、後のレーザー照 射時の膜剥がれの原因となるため、ここで460℃程度 く必要がある。

【0059】その後、図2 (A) に示すように、レーサ の融点以上に加熱され、溶融し固化することで良好な給 ザー (波長308nm、パルス幅40nsec.) を用 いた。レーザー光207の照射条件は、照射時に基板を 200~500℃、倒えば400℃に加熱し、エネルギ て、それぞれ10回レーザー既就されるように走強アッ チを散定した。この工程により、a—S1限203はそ 3 dの接面の平均面粗さRaを測定すると、4~5 nm 原子間力顕微鏡 (AFM)により、結晶性ケイ素膜20 -光207を照射し、8-S1限203を結晶化する。 このときのレーザー光としては、XeClエキシマレー /cm²とした。レーザー光207は、基板面に対して **一密度200~350mJ/cm³、例えば300mJ** 晶性を有する結晶性ケイ寮膜203dとなる。ここで、 間次走査され、8—S1膜203の任意の一点に対し

4時間程度のアニール処理を施す。この工程により、図 【0080】次に、例えば10気圧のスチーム雰囲気下 にて、姑紫温度550~900℃、例えば800℃にて

り、ソース仮域2 18とドレイン仮域および補助给曲C sの領域219にドーピングされた不純物211が活性 **化され、ソース仮成218とドレイン仮域および補助容**

結晶粒表面に比べ大きく酸化される。その後、要面酸化 素膜203dは膜厚30nm程度に薄膜化される。この 膜208をエッチングし除去する。このときの結晶性ケ イ条限203dの接面を原子間力顕微鏡AFMにより適 定した結果、平均面組さRaは1~2nm程度と、初期 2 (B) に示すように、結晶性ケイ素膜203dの疫面 とき、以前に図 1 を用いて説明したように、結晶性ケイ は酸化され、製面酸化膜208か形成されて結晶性ケイ 森膜203dの表面のリッシ部は特に酸化作用が進み、 値に比べ大きく低減された。

[0081]次に、前記結晶性ケイ素膜203dのパタ **ーニングにより不要な部分を除去することで、図2**

(C) に示すような素子問分離を行って、液晶投示画面 関域内で後にTFTの活性質域(ソース領域、ドフイン 領域、チャネル領域)および補助容量に8の下部電極を 構成する島状の結晶性ケイ素膜209を形成する。

[0062]次に、図2 (D) に示すように、上記島状 の結晶性ケイ索膜領域208上にフォトレジストを塗布 オンドーピング班によって、フォトワジスト210をマ スクとして不純物 (リン) 211を注入する。ドーピン FTのソース領域218と補助容量Cs領域228の下 ち、マスク210により、後にTFTのチャネル領域と なる部分のみが覆われた状態となっている。そして、イ 0により、不純物211が注入されない領域は、上述の 圧を5~30kV、例えば15kV、ドーズ量を1×1 015~8×1015cm-1、例えば2×1015cm-1とす る。この工程により、不純物が注入された領域は後のT グガスとして、フォスフィン (P Hj) を用い、加速電 部電極219を形成する。フォトレジストのマスク21 し、鴎光・現像してマスク210を形成する。すなわ

[0083] 次に、図2 (E) に示すように、マスク2 18、下部電極219を置うように厚さ20~150n m、ここでは 1 0 0 n m の取化ケイ特限をゲート絶縁膜 212として成限する。酸化ケイ素膜の形成には、ここ cateos (Tetra Ethoxy Ortho Si1icate)を原料とし、酸素とともに基板温 RFプラズマCVD弦で分解・堆積した。あるいはTE くは常圧CVD法によって、基板温度を350~600 10を除去し、上記チャネル領域217、ソース領域2 OSを原料としてオゾンガスとともに選用CVD法もし び結晶性ケイ紫膜へゲート絶殺膜の界面特性を向上する ために、不活性ガス雰囲気下で400~800℃で数時 国のアニールを行った。国時に、このアニール処理によ い。成蹊後、ゲート絶縁膜212自身のバルク特性およ 度150~600℃、好ましくは300~400℃で、 で、好ましくは400~550でとして形成してもよ ように後にTFTのチャネル領域217となる。

 $\mathbf{\Xi}$

■C8の領域219が低低抗化された結果、そのシート **風抗は50.0~8000/ロとなった。**

グして、ゲート的版213と補助容量の3段域228の あり、補助容量に3の上部配配214は第n+1む目の **厚さ300~500mm、倒えば400mmのアルミニ** 上部戦略214を形成する。ここで、ゲート戦略213 は中国的に 民れば 窓 n 乾 回の ゲート バス シィン の一部 ち 【0064】引き続いて、スパッタリング法によって、 ウムを成膜する。そして、アルミニウム膜をパターニン ゲートパスラインの一部として形成されている。

[0085] そして、図2 (F) に示すように、厚さ5 これと収集とのブラズマCVD法、もしくはオゾンとの は、アルミニウムが半導体層に拡散するのを防止する目 0 0 nm程度の数化ケイ素膜を配間絶容膜220として て、ソース電腦221と回糞電腦222を形成する。ソ 一ス電優221は、金属材料、例えば、盤化チタンとア 的のパリア限として設けられる。 画教的版222はIT ば、段益被理性に優れた良好な層間絶縁膜が得られる。 形成する。この取化ケイ救限はTEOSを原料として、 成圧CVD法あるいは常圧CVD法によって形成すれ ルミニウムの二層段によって形成する。מ化チタン膜 次に、層面絶像限220にコンタクトホールを形成し 0など透明導動限により形成される。

N型TFT224および補助容量Cs領域226を完成 させる。このアニール処理により、N型TFT224の [0088] そして最後に、1気圧の水素雰囲気で35 0°C、1時間程度のアニールを行い、図2 (F) に示す **活性領域/ゲート絶段膜の界面へ水禁原子を供給し、T** 必要な箇所のみプラズマCVD法により形成された監化 る。なお、さらにN型TFT224を保護する目的で、 FT特性を劣化させる不対結合手を低減する効果があ ケイ軽駁でガバーしてもよい。

[0087]以上の政施例にしたかって作製したN型T **首覧圧2~3Vという良好な特性を示した。また、N型** TFT224のチャネル領域217とその補助容量C8 原域228の下部戦極219においては、その設面平均 く、それぞれの容量の不均一性も小さく抑えられる。そ の結果、本契施例にて作製したアクティブマトリクス基 板を用い、液晶投示パネルを作数し、全面投示を行った **は果、個類性があく、扱示むらの無い高表示品位の液晶** FTは、配界効果移動度で50~80cm³/Vs、図 相さ R a が共に 1~2 n m 程度に低減されているため、 ゲート砲段限212を介したリーク電流はほとんど無 扱示数層が與現できた。

(一回路や回森部分は勿論、同一基板上に C P U を構成 【0068】 (契施例2) 本発明を用いた第2の契施例 こついて説明する。本英施例では、石英ガラス基板上に Nチャネル型TFTを作製する際の工程において、本発 明を利用した場合についての説明を行う。本典施例のT FTはアクティブマトリクス型の液晶数示数型のドライ

启われる蒋殿集徴回路に利用できることは莒うまでもな い。以下において、図3は本奥施例で説明するTFTの 作製工程の概要を示す断面図であり、(A)→(F)の する素子としても用いることができる。なお、TFTの **応用範囲としては、液晶投示装置のみではなく、一般に** 間にしたがって作製工程が順次進行する。

[0069] まず、石英ガラスよりなる基板301の表 nmの英性(I型)の非晶質ケイ紫膜(a-SI膜)3 面を1%程度の低遺度フツ酸により洗浄する。次に減圧 CVD法によって、厚さ40~100nm、例えば80

nmの真性 (I型)の非晶質ケイ紫膜 (8-S1膜)3 【0070】まず、石英ガラスよりなる基板301の投 面を1%程度の低適度フツ酸により洗浄する。次に減圧 CVD法によって、厚さ40~100nm、例えば80 03を成膜する。 [0071]次に図3 (A) に示すように、aーS1膜 は、密質としては酢酸ニッケルを用い、水溶液中のニッ ケル遺段は10ppmとなるようにした。その後、スピ 3 0 3の投面にニッケルのような触媒元素を寄かせた水 容液が接するように基板301を保持する。本実施例で ナーにより水溶液を基板301上に均一に延ばし乾燥さ せ、触媒元素膜305を形成する。

十数時間、例えば550℃で4時間アニールして結晶化 り、基板301に対して垂直方向に非晶質ケイ紫膜30 ネットワークにより構成されており、20~30 um程 【0072】そして、これを水素温元雰囲気下または不 活性雰囲気下、加熱温度520~800℃で数時間から 3の結晶化が起こり、図3(B)に示すように結晶性ケ イ祭限3038か形成される。投面に塗布されたニッケ ルは、結晶性ケイ素膜3038全体に拡散しており、こ の個々の結晶粒は、100~200nm個の柱状結晶の 2×1010 atoms/cm3程度であった。このとき させる。この際、設面に盤布されたニッケルが核とな のときの結晶性ケイ索膜3038中のニッケル濃度は、 度の結晶粒径であった。

00731その後、図3(B)に示すように、レーサ 一光307を照射し、結晶性ケイ殊膜3038の再結晶 **店を行う。このときのレーザー光としては、XeCIエ** キシマレーザー (波長308mm、パルス幅40mse の一点に対して、それぞれ10回レーザー照射されるよ イ殊膜3038はその拠点以上に加熱され、溶融し固化 することで、一部を超結晶として再結合し、さらに良好 な結晶性となる。ここで、原子間力顕微鏡(AFM)に c) を用いた。レーザー光307の照射条件は、照射時 こ対して原次走査され、結晶性ケイ索膜3038の任意 **ろに走査ビッチを設定した。この工程により、結晶性ケ** エネルギー密度200~350mJ/cml、例えば3 に基板を200~500℃、例えば400℃に加熱し、 00m3/cm3とした。レーザー光307は、 基板面

と記のように、その一部を 種格闘として 再格闘化し、 結 **最粒径が大きく成長するからであり、その分リッジも大** より、結晶性ケイ紫膜3038の裏面の平均面粗さR8 を阅定すると、8~7 nm程度の値であった。第1英施 ザー開射における出発膜が結晶性ケイ素膜であるため、 きくなるからである。

ように、結晶性ケイ素膜3038の表面は酸化され、要 ラップ単位、トラップ密度が低減される。その結果、結 [0074]次に、HC1ガス雰囲気下にて、加熱温度 800~1100℃、例えば1050℃で30分程度ア ニール処理を施す。この工程により、図3 (C) に示す 面酸化膜308が形成されて、結晶性ケイ発膜3038 の表面のリッジ部は特に酸化作用が進み、結晶粒表面に 03mの結晶粒内では、欠陥が消滅すると共にそれぞれ の柱状結晶が結合し、ほぼ単結晶状態へと変化する。ま **晶性ケイ素膜303mは、非常に商品質な結晶性ケイ素** は膜厚30nm程度に落膜化される。このとき、以前に 図1を用いて説明したように、結晶性ケイ索膜3088 比べ大きく殴化される。それと共に、結晶性ケイ発限3 た、結晶粒界部も良好に処理され、キャリアに対するト は、結晶性ケイ素膜3038中から表面酸化膜308~ 膜308の界面、および表面酸化膜308中にニッケル 限3038、へと変化する。同時に、結晶性ケイ発限3 と移動し、商品質結晶性ケイ素膜303g'\表面酸化 038中(特に結晶粒界部)に残留していたニッケル

とができる。

きく低減された。また、このエッチング工程にて、結晶 性ケイ発膜3038中から投面酸化膜308~と移動し てきたニッケルも同時に除去され、高品質結晶性ケイ紫 【0075】その後、妻面酸化膜308をエッチングし 除去することで、得られる商品質結晶性ケイ紫膜303 結果、平均面組さRaは2nm程度と、初期値に比く大 a'の表面を原子間力顕微鏡 (AFM) により測定した 膜303a'中のニッケル遺度は、5×10¹⁸atom s/cm³程度にまで低減された。

ス領域、ドレイン領域、チャネル領域)となる島状の結 【0078】次に、図3 (D) に示すように、パターニ 去して索子間分離を行い、後にTFTの活性領域(ソー ングにより不要な部分の結晶性ケイ索膜3038,を除 晶性ケイ素膜308を形成する。

【0077】次に、上記の活性領域となる島状の結晶性 こでは100mmの酸化ケイ紫膜をゲート絶緑膜312 ラズマCVD法で分解・堆積した。成膜後、ゲート結線 膜312自身のバルク特性および結晶性ケイ索膜309 ケイ発膜309を覆うように厚さ20~150nm、こ として成膜する。酸化ケイ紫膜の形成には、ここではT EOS (Tetra Ethoxy Ortho Si 1 cate)を原料とし、酸素とともに基板温度15 0~800℃、好ましくは300~400℃で、RFブ

ヘゲート絶縁膜312の界面特性を向上するために、不 活性ガス雰囲気下で800~1000℃で30~80分

厚さ300~800nm、例えば500nmのアルミニ ■315を形成する。この状態を図3(E)に示す。隔 げ、その状態で1時間保持して終了させる。得られた酸 化物層315の厚さは200mである。なお、この酸 ウムを成膜する。そして、アルミニウム膜をパターニン グして、ゲート電極313を形成する。さらに、このア ルミニウムの電極の表面を陽極酸化して、投面に酸化物 ル溶液中で行い、最初一定電流で220Vまで低圧を上 セットゲート領域の長さを上記隔極酸化工程で決めるこ 極酸化は、酒石酸が1~5%含まれたエチレングリコー オフセットゲート領域を形成する厚さとなるので、オフ **化物層315は、後のイオンドーピング工程において、** 【0078】引き続いて、スパッタリング法によって、

て活性領域に不純物(リン)を注入する。ドーピングガ ト戦極313とその周囲の酸化物層315をマスクとし 60~90kV、例えば80kV、ドーズ量を1×10 ゲート銭格313およびその周囲の酸化物層315にマ 5。この工程により、不純物が注入された領域は後にT スクされ不純物が注入されない領域は、後にTFTのチ [0079] 次に、イオンドーピング法によって、ゲー スとして、フォスフィン (PH1) を用い、加選戦圧を FTのソース俊英318とドレイン俊英319となり、 5~8×1015cm-1、例えば2×1015cm-2とす ヤネル領域317となる。

した不純物の活性化を行うと同時に、上記の不純物導入 の際、使用するレーザーとしてXeClエキシャレーザ 【0080】その後、図3(E)に示すように、レーザ 一光316の照射によってアニールを行い、イオン注入 工程で給品性が劣化した部分の結晶性を改善させる。こ ット照射を行った。こうして形成されたN型不純物 (リ ン)が注入されたソース領域318、ドレイン領域31 - (波長308nm、パルス幅40nsec)を用い、 エネルギー密度150~400mJ/cml、好ましく は200~250mJ/cm³で、1カ所に付き4ショ 9のシート抵抗は、200~3000/ロであった。

[0081] 続いて、厚さ600nm程度の酸化ケイ素 限を層間絶縁限320として形成する。この酸化ケイ素 酸の形成には、TEOSを原料として、これと酸素との プラズマCVD法、もしくはオゾンとの減圧CVD法あ るいは常圧CVD法によって形成すれば、段登被歴性に 憂れた良好な間間絶縁膜が得られる。

ニウムの二層膜によってTFTのソース動極321、ド ニウムが半単体層に拡散するのを防止する目的のパリア ルを形成して、金属材料、例えば、盥化チタンとアルミ レイン 配極322を形成する。 盥化チタン膜は、アルミ **【0082】次に、層固鉛袋膜320にコンタクトホー**

特朗平19-100131

方の電低より信号を入力する。また、このTFTを蒋膜 集徴回路に用いる場合には、ゲート配極313上にもコ 【0083】この奥施例によるN型TFTを、液晶投示 数国の画楽覧極むスイッチングする素子として用いる場 LOなど遊児夢気限からなる画祭町街に接続し、もろー 台にはソース電極321またはドレイン電極322を1 ンタクトホールを形成し、必要とする配線を施せばよ

[0084]以上の政権例にしたがって作製したN型T 8、岡伯毗圧0~1Vという良好な特性を示し、TFT **繰り返し初定を行っても、それに伴う経時変化はほと人** オフ倒域でのリーク観流も数pA程度と小さい。また、 FTは、配界効果移動度で200~250cm³/V どなく、非常に安定した特性を示した。

【0085】 (斑筋例3) 本発明を用いた第3の斑筋例 ス型の液晶数示数面の周辺駆動回路や、一般の薄膜集徴 回路を形成するNチャネル型TFTとPチャネル型TF Tを相相型に構成した CMO S構造の回路を石英ガラス について既明する。本英簡例では、アクティブマトリク **あ板上に作製する工程について、説明を行う。**

【0086】図4は、本史施例で説明するTFTの作製 かって工程が即次進行する。図6 (F) に示すのが、本 東部のによるCMOS回路の完成図であり、N型TFT A'で切った節回図であり、 (A) → (F) の配にした 工程の概要を示す平価図である。図5は、図4のA― 424とP型TFT425により構成される。

[0087]まず、石英ガラスよりなる基板401の毀 [0088] 次に、対圧CVD法あるいはプラズマCV D弦によって、厚さ40~100mm、例えば80mm の真性(1型)の非品質ケイ発膜(8-51膜)403 面を1%程度の低濃度フツ酸により洗浄する。 を成膜する。

膜403が露量される。即ち、図5(A)の状態を上面 (フォトレジスト)を盛布し、臨光・現像してマスク4 04とする。マスク404に形成したスルーホールによ から見ると、図4のように倒換400でaーS1膜40 3か既屈しており、他の部分はフォトレジストによりマ b、スリット領域400においてスリット状にaーSi [0089]次に、a—S1版403上に弱光性樹脂

[0090]次に、図5 (A)に示すように、 基板40 ッケルの触媒元素膜405の厚さが1~2nm程度とな るように倒御した。このときの基板401上におけるニ ッケルの間密度を実際に遊定すると、4×1013ato 1 茲固にニッケルを導換蒸留し、触媒元素膜405を形 成する。本契筋例では、禁御ソースと基板間の距離を通 **あより大きくして、核鉛レートを低下させることで、コ** スクされている状態となっている。

スク404を除去することで、マスク404上の触媒元 素限405がリフトオフされ、スリット領域400のB ケルの彼自欲加が行われたことになる。そして、これを 不活性雰囲気下、例えば加熱温度550℃で16時間ア —S 1 限403において、遊択的に触媒元素としてニッ ms/cm¹程度であった。そして、フォトレジストマ ニールして結晶化させる。

1条段403b中のニッケル強度は1×10¹⁷atom また、それ以外の領域は、そのまま非晶質ケイ素膜領域 矢印408で示される基板と平行な方向の結晶成長の距 【0081】 108、食物400においては、a—Si 段403の表面に添加されたニッケルを核として基板4 01に対して無直方向に a - S 1 膜 4 0 3 の結晶化が起 スリット飯様400の周辺飯様では、図5(B)におい て、矢印408で示すように、スリット領域400から **模方向 (基板と平行な方向) に結晶成長が行われ、模方** 向結晶成長した結晶性ケイ繋膜403bが形成される。 403cとして残る。この做方向結晶成長した結晶性ケ こり、結晶性ケイ祭閥4038が形成される。そして、 s/cm³程度であった。なお、上記結晶成長に際し、 離は、80μm程度であった。

を200~500℃、例えば400℃に加熱し、エネル **【0092】その後、図5 (B) に示すように、レーサ** 一光407を照射し、8-S1段403の再結晶化を行 ð。このときのレーザー光としては、XeC1エキシマ レーザー (波長308nm、パルス幅40nsec) を 用いた。レーザー光407の照射条件は、照射時に基を て間次走査され、8-81版403の任意の一点に対し て、それぞれ10回レーザー照射されるように走査ビッ チを散定した。この工程により、結晶性ケイ繋領域40 3 &および403 bはその融点以上に加熱され、溶融し 固化することで、一部を粗結晶として再結合し、さらに 良好な結晶性となる。また、非晶質ケイ素膜領域403 cは、結晶化され結晶性ケイ素膜403dとなる。ここ で、原子間力顕微鏡(AFM)により、結晶性ケイ紫膜 403b投面の平均面組さRaを測定すると、6~7n ギー密度200~350mJ/cml、例えば300m J/cmlとした。レーザー光407は、基板面に対し m程度の値であった。

【0093】次に、酸素ガス雰囲気下にて、加熱温度8 00~1100℃、例えば1050℃で30分程度のア よろに、結晶性ケイ素膜4038、403b、403d 結晶性ケイ紫膜 4 0 3 b は 段厚 3 0 n m 程度に 薄膜化さ **韓晶性ケイ茶膜403bの装面のリッジ部は特に酸化作 引が進み、結晶粒要面に比べ大きく酸化される。それと** ニール処理を施す。この工程により、図5(C)に示す の安面は酸化され、安面酸化膜408が形成され、特に 共に、結晶性ケイ索膜403bでは、欠陥が消滅すると 1る。このとき、以前に図1を用いて説明したように、 共にそれぞれの柱状結晶が結合し、ほぼ単結晶状態な

5。その結果、結晶性ケイ紫膜403bは、非常に高品 質な結晶性ケイ素限403b′へと変化する。また、結 **留性ケイ素膜40.38も商品質化され商品質な結晶性ケ イ森膜403m,となる。**

徐去することで、高品質結晶性ケイ殊領域を得る。この [0094] その後、 表面酸化膜 408 をエッチングし 高品質結晶性ケイ素領域の膜表面を原子間力顕微鏡 (A FM)により測定した結果、平均面相きRaは2nm程 敗と、初期値に比く大きへ気減られた。 [0095] その後、図5 (D) に示すように、商品質 域(素子領域)を構成する島状の結晶性ケイ発験409 n、409pとなるように、それ以外の結晶性ケイ紫膜 をパターニングによりエッチング除去して発子間分離を 結晶性ケイ発膜403b,領域が、後のTFTの活性観

【0096】次に、上記の活性領域となる島状の結晶性 してSiHiガスとN10ガス原料とし、基板温度800 ケイ森膜409nおよび409pを覆うように厚さ10 する。本実施例では、ゲート絶縁膜412の成膜方法と 0 nmの酸化ケイ素膜をゲート絶線膜412として成膜 Cで、域圧CVD法にて分解・堆積した。

[0097] 引き続いて、図5(E)に示すように、ス ば500nmのアルミニウム (0.1~2%のシリコン パッタリング法によって厚さ400~800mm、例え を含む)を成膜し、アルミニウム膜をパターニングし て、ゲート電極413m、413pを形成する。

の結晶性ケイ素膜領域409m、409mにゲート電極 びホウ素)を注入する。ドーピングガスとして、フォス 【0098】次に、イオンドーピング法によって、島状 413 p、413 pをマスクとして不純物 (リン、およ 者の場合は、加速電圧を60~90kV、例えば80k V、後者の場合は、40~80kV、例えば65kVと L、Fーズ量は1×1015~8×1015cm-1、例えば する。この工程により、ゲート配極413n、413p にマスクされ不純物が注入されない領域は後にTFTの 際しては、ドーピングが不要な領域をフォトレジストで 領域418nとドレイン領域419n、P型の不純物を ドープしたシース領域418pとドレイン領域419p フィン (PH3) およびジボラン (BgH6) を用い、前 リンを2×1015cm-1、ホウ森を5×1015cm-1と チャネル假城417m、417pとなる。ドーピングに **覆うことによって、それぞれの元素を遊択的にドーピン** グを行う。この結果、N型の不純物をドープしたソース が形成され、図5 (E) および (F) に示すように、N チャネル型TFT424とPチャネル型TFT425と を形成することができる。この状態を基板上方より見る と図4のようになっており、ここで活性假域409nお よび409pにおいて、矢印408で示す結晶成長方向 **とキャリアの移動方向(ソース→ドレイン方向)は平行**

nsec)を用い、レーザー光の照射条件としては、エ した不純物の活性化を行う。レーザー光としては、Xe C1エキシマレーザー (波長308nm、パルス幅40 【0099】その後、図5 (E) に示すように、レーザ 一光416の照射によってアニールを行い、イオン注入 ネルギー饱取250m3/cm3でーが形にしき4ショ で、さらに高移動度を有するTFTが得られる。

気圧の水素雰囲気下で350℃、1時間程度のアニール 00mmの酸化ケイ素膜を層間絶線膜420として、T [0100]統いて、図5 (F)に示すように、厚さ6 ば、窒化チタンとアルミニウムの二層膜によってTFT を行い、N型TFT424とP型TFT425を完成さ 2、ドレイン電極423を形成する。そして最後に、1 EOSを原料としたプラズマCVD法によって形成し、 これにコンタクトホールを形成して、金属材料、例え のソース転換421、ドレイン転換・ソース転換42

S構造の回路において、それぞれのTFTの電界効果移 特性劣化もほとんどなく、信頼性の高い CMO S構造回 【0101】以上の奥施例にしたがって作製したCMO **よN型TFTで0~IV、P型TFTで−2~−3Vと** 非常に良好な特性を示す。さらに、繰り返し阅定に伴う 動度はN型TFTで260~350cm1/Vs、P型 TFTで120~180cm¹/Vsと知く、配価転用 路が得られた。

【0102】以上、本発明に基づく3例の奥施例につき 具体的に説明したが、本発明は上述の実施例に限定され 5ものではなく、本発明の技術的思想に基づく各種の変 形が可能である。例えば、前述の3例の実施例において は、、XeCIエキシマレーザーを用いて、aーS 1 膜を た。本発明は、それ以外の様々な強光照射により結晶化 された場合にも勿論、同様の効果があり、波長248 D nのKrFエキシマレーザーや、波長488mmの遊院 発掘Arレーザーなどにおいても同様である。また、レ **ーザー光の代わりに赤外光、フラッシュランブを使用し** ・サーマル・アニール)などのいわゆるレーザー光と回 て短時間に試料を加熱する、いわゆるRTA(ラピッド **結晶化、あるいは固相結晶成長ケイ索膜を再結晶化し** 等の強光を用いてもよい。

【0103】また、上記第2および第3英施例では、固 **钼結晶成長法としては、触媒元素を用い短時間で結晶化** する方法を用いたが、触媒元素を用いず通常の固相結晶 **成長法を用いても同様の効果が得られる。また、上記第 入する方法として、非品質ケイ救験**装面にニッケル塩を ニッケル体膜を形成する方法により、ニッケルの微量溢 2 および第3奥施例では、触媒元素であるニッケルを尊 なかせた水路液を燃布する方法、あるいは蒸鉛法により 第1の非晶質ケイ索膜成膜前に、基板装面にニッケルを 加を行い、結晶成長を行わす方法を採用した。しかし、

となるように配置してある。このような配置を採ること

Ê

特開平10-106951

3

めであるし、スパッタリング法やメッキ法により蒋殿形 **尊入し、非母質ケイ素膜下層よりニッケルを拡散させ給 岡成長を行わせる方法でもよい。即ち、結屈成長は非晶 虹ケイ 軽駁の 上回回かの行っても よいし、 下回倒かの行** ってもよい。また、ニッケルの導入方法としても、その **心、様々な手法を用いることができる。例えば、ニッケ** ス)材料を溶媒としてSIO膜より拡散させる方法も有 ル塩を浴かせる杏葉として、SOG (スピンオングラ

スズ (Sn)、アルミニウム (A1)、アンチモン (S 【0104】さらに、本発明の応用としては、液晶投示 用のアクティブマトリクス型基板以外に、例えば、密着 **宮 ストッセン・ドゥイバー内域型のサートライッ** u)、餡 (AB)、台 (Au)、インジウム (In)、 b)を用いても効果が得られる。

、 有機系EL等を発光索子としたドライバー内蔵型の 象度化等の高性能化が英現される。さらに本発明は、上 **倍磁性半導体を素子材としたパイポーラトランジスタや 砂粒餅等トランジスタをはじめとして幅広く半導体プロ** 5。本発明を用いることで、これらの素子の高遠、高解 述の契施例で説明したMOS型トランジスタに限らず、 代書き込み案子や扱示素子、三次元1C等が考えられ セス全仮に応用することができる。

イプマトリクス節と周辺駆動回路部を構成するフイール 且つ個蜘性の高い蒋膜半等体装置を実現することができ 5。特に液晶数示数層においては、ケイ索膜の数面凹凸 される商性能化・商集簡化が図れ、同一基板上にアクテ 【発明の効果】本発明を用いることにより、投面凹凸の 無い商品質給価性ケイ素薄膜が得られ、非常に高性能で **に起因する投示むらを無くし、回発TFTのスイッチン** グ特性の向上、周辺駆動回路部を構成するTFTに要求 ドライバモノリシック型のアクティブマトリクス基板を **収現でき、モジュールのコンパクト化、高性能化、低コ** スト化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の概要を製造工程即に説明する図であ

[図3] 類2の契施例の作製工程を説明する図である。 【図2】第1の英施例の作製工程を説明する図である。 [図4] 第3の奥施例の概要を平面図である。

【図5】第3の奥施例の作製工程を説明する図である。 【図 B】給品性ケイ素膜安面の原子間力顕微鏡(AF M)俊を下にスケッチした図を示す。

(体中の観問)

結晶性ケイ素膜 04 0

結晶粒界 結晶粒 0.7

方法なども利用できる。さらに、結晶化を助長する不純

物金属元素としては、ニッケル以外にコパルト(C o)、パラジウム (Pd)、白金 (Pt)、飼 (C

成する方法や、イオンドーピング法により直接導入する

表面数化膜 シッツ 80 60

高品質結晶性ケイ紫膜

301, 401 下地膜 201, 202

非母質ケイ数(B-SI) 203, 303, 403

307, 407 207 島状の結晶性ケイ紫膜 ト なも (シン) 209, 309, 409 777 2 1 0 2 1 1

表面酸化膜

208, 308, 408

ゲート部段限 ゲート知極 212, 312, 412 213, 313, 413

8

チャネル領域 317, 417 上部類極 214

0105

9

ンース酸類 218, 318, 418 下部包括 2 1 9

四阳稳绘膜 ソース配極 220, 320, 420 21, 321, 421 回索和极 2 2 2

[図4]

触媒元素膜 補助容量 C s 假域 N型TFT領域 405 305, 2 8

アーサー米 致化物图 418 316, 315

423 ドレイン転極 ドフムン腔路 322, 422, 324, 424 19,419

マスク

P型TFT

-(**8**3) ê 3 9 3 ê 3 9 ē

ŝ \$

[8 B]

Ξ

(15)

